

PEMBUATAN ALUMINIUM SULFAT DARI CLAY

Wahyu Nurcahyo^{1*}, Indro Sumantri², dan Laeli Kurnisari¹¹Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim

Jl. Menoreh Tengah X/22, Sampangan, Semarang 50236

²Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jln. Prof. H. Soedarto, SH, Kampus Baru Tembalang, Semarang, 50239

email : wahyunurcahyo@gmail.com

Abstrak

Aluminium sulfat adalah senyawa dengan rumus molekul $Al_2(SO_4)_3$. Zat ini dapat dihasilkan dari reaksi antara asam sulfat dengan aluminium atau mineralnya. Kegunaan aluminium sulfat antara lain penjernih air, pengatur pada industri kertas, pengatur warna pada industri kain dan bahan penolong pada alat pemadam, dan bahan baku pembuatan bahan kimia lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk membuat aluminium sulfat dari bahan baku clay atau tanah liat dengan cara mereaksikan clay dan asam sulfat dengan variabel excess asam, suhu dan ukuran feed. Selain itu juga akan dibandingkan hasil perolehan alum berdasarkan asal clay. Pada penelitian ini digunakan clay dari Soka dan Jatiwangi. Kedua bahan tersebut direaksikan dengan asam dengan variabel yang telah ditentukan selama satu jam. Hasil yang telah diperoleh dibersihkan dan dikeringkan hingga terbentuk kristal anhidrat. Setelah itu efisiensi dihitung berdasarkan kandungan logam aluminium dari produk. Dari hasil percobaan diperoleh bahwa genteng dapat digunakan sebagai bahan baku alternatif dalam pembuatan aluminium sulfat. Hasil yang didapatkan bahwa genteng soka kadar aluminiumnya lebih besar dari genteng jatiwangi dan kondisi ideal proses tersebut adalah pada suhu $70^\circ C$ ukuran 100 mesh dan excess asam sebesar 20%.

Kata kunci : alum, clay, asam sulfat

PENDAHULUAN

Kata alum (aluminium sulfat) berasal dari bahasa latin Alumen. Selain itu aluminium sulfat juga mempunyai beberapa nama lain seperti cake alum, filter alum, papermaker's alum dan alunogenik.

Alum lebih dikenal di masyarakat dengan sebutan tawas. Sebenarnya banyak sekali nama alum dari berbagai negara dan peradaban seperti di Thailand disebut *Sarn-sorn*, kemudian di India dalam buku Ayurveda disebut dengan nama *turti* atau *sphatika* dan di Yunani disebut dengan nama *Schistos*, sedangkan di Indonesia dan Filipina disebut dengan nama *tawas*. Senyawa ini tersusun dari ikatan sulfat ganda aluminium dan kalium. Ikatan dari sulfat dan kalium dapat digantikan dengan ammonium bahkan tanpa ikatan ganda atau dengan kata lain hanya ikatan aluminium dengan sulfat saja. Secara umum alum yang paling banyak digunakan adalah potash alum.

Pada abad ke 18 J. H Pott dan Andreas Sigismund Marggraf menunjukkann untuk pertama kalinya tentang alumina. Pott dalam catatan ilmiahnya Lithogeognosia menerangkan bahwa ketika batuan kapur dan lime disiram dengan larutan alkali berbeda hasilnya ketika larutan alkali disiramkan pada larutan alum.

Uniknya hal tersebut juga diketemukan juga oleh G. E. Stahl. Marggraf selanjutnya meneliti dan menemukan penyebab perbedaan hasil tersebut yaitu alumina. Senyawa yang menjadi pembeda ini ternyata banyak terdapat pada bumi kita dan menjadi komposisi utama dari tanah liat. Penemuan penting selanjutnya ditemukan oleh Louis Nicolas Vanquelin yaitu alum tidak bisa dikristalkan tanpa penambahan potash. Dari situ selanjutnya Vanquelin mempublikasikan bahwa sebenarnya alum adalah garam sulfat dengan ikatan ganda, yaitu ikatan antara asam sulfat dengan alumina dan potassium.

Secara umum alum yang paling banyak digunakan adalah potash alum. Mulai dari pembuatan makanan, bidang kesehatan, industri, flame retardant/ anti api. Contoh industri yang sekarang mempunyai ketergantungan terhadap alum adalah industri kertas, pengolahan air bersih dan industri buah kalengan. Pada industri kertas setiap tahapannya pasti menggunakan alum dan belum ada zat yang bisa menggantikan peranannya. Demikian pula pada proses pengolahan air bersih, dimana tahap penjernihan air masih sangat menguntungkan jika menggunakan alum atau tawas.

Aluminium sulfat sangat jarang ditemukan pada bentuk anhidrat. Bentuk yang sering ditemukan adalah bentuk hexa deca hidrat dan octa deca hidrat. Sedangkan pada mineral alami memiliki rumus empiris yang sama dengan hepta deca hidrat. Aluminium sulfat biasanya banyak dijumpai di pasaran berupa bentuk teknis dan komersial (dengan batas kadar besinya 0.05 untuk teknis dan 0.5 untuk komersial).

Di negara Amerika yang komersial dibuat langsung dari bauksit atau tanah liat. Bauksit dari tambang langsung dimasukan ke dalam asam sulfat yang panasnya mendekati titik didihnya. Kekuatan atau kadar asam yang digunakan sekitar 20% s/d 50% tergantung dari impuritasnya dan proses pemurnian selanjutnya, padatan dihilangkan dengan sedimentasi. Selain bauksit atau clay yang mengandung sedikit besi larutan sulfat yang dihasilkan (mother liquor) juga harus dihilangkan logam besinya.

Pada saat ini alum diproduksi oleh negara-negara industri, biasanya berdekatan dengan pabrik asam sulfat atau industri pengolahan logam aluminium sebagai anak perusahaan dari pabrik tersebut.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan alternatif bahan pengganti dari tawas yang memiliki sifat yang sama, mudah dibuat dalam skala rumah tangga dan mudah untuk diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari. Saat ini masyarakat kita sedang didera banyak masalah seperti krisis air bersih, persoalan perekonomian, dan banyak lagi yang berakibat pada pengeluaran dari masyarakat.

Alum yang dibuat dalam penelitian ini diharapkan bisa dijadikan pengetahuan ketika kita sedang dalam keadaan darurat semacam terjadi musibah banjir, gempa dan sebagainya, mengingat negara kita rawan terhadap semua bencana alam. Zat ini banyak sekali kegunaannya dalam kehidupan sehari-hari dan tidak hanya digunakan untuk membersihkan kotoran-kotoran yang terikut dalam air. Prinsipnya sangat sederhana yaitu mereaksikan tanah liat dengan asam sulfat. Tanah liat ini termasuk produk turunannya seperti batu bata, genting dan sebagainya. Sedangkan asam sulfat dapat diperoleh dari air aki (accu zuur).

Penelitian ini dilakukan dengan harapan hasilnya dapat berguna bagi masyarakat dan pihak-pihak lain yang terkait. Adapun manfaat yang diharapkan nantinya adalah pemanfaatan sumber aluminium selain bauksit, menghasilkan aluminium sulfat dari tanah liat, mengetahui

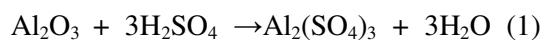
asal tanah liat yang mengandung banyak unsur aluminium.

METODOLOGI PENELITIAN

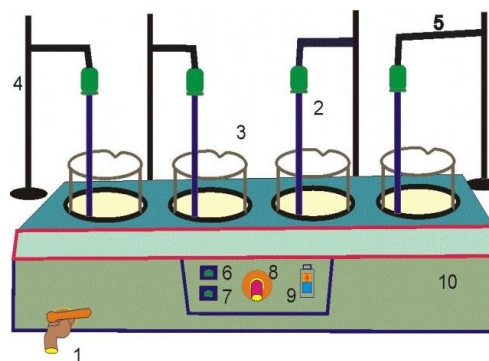
Percobaan dilakukan dengan menggunakan variabel berubah/independen yaitu excess asam, suhu dan ukuran feed. Untuk bahan baku genting/clay yang dipakai adalah genting Soka dan genting Jatiwangi.

Metodologi pembuatan alum adalah bertahap yang pertama yaitu memilih genting berdasarkan asalnya dalam penelitian digunakan dari dua sumber yang berbeda yaitu genteng soka dan Jatiwangi kemudian dilakukan grinding, setelah itu, lakukan sizing dan direaksikan dengan asam, selanjutnya dilakukan analisa.

Persamaan reaksinya dapat dituliskan sebagai berikut



Sementara dari data yang didapatkan dari pabrik semen Gresik kadar clay rata-rata di pabrik tersebut adalah 22.48 %. Jadi secara matematis tiap 100 gram clay mengandung 22.48 gram Al_2O_3 , sedangkan kebutuhan asam sulfat secara stokiometri untuk reaksi diatas sebesar 64.8 gram. Untuk percobaan kali ini turut diamati pula excess dari asam sulfat.



Gambar 1. Rangkaian alat

Mula-mula dipilih genting yang benar-benar kering kemudian dilakukan pengecilan ukuran dan sizing, hingga didapatkan ukuran yang diinginkan, panaskan hingga kadar air seminimal mungkin. Siapkan larutan asam, kemudian buat asam dengan konsentrasi yang diinginkan. Panaskan waterbath pada suhu yang diinginkan. Sementara menunggu panas timbang bubuk genting. Masukkan bubuk ke

dalam beaker glass selanjutnya tuang asam secara perlahan dan panaskan dalam water bath selama 1 jam. Ambil sampel, cek pH dan titrasi tiap 20 menit untuk mengetahui kadar asam sulfat yang tersisa. Setelah satu jam angkat dari waterbath tunggu hingga dingin. Pisahkan antara cake dan filtratnya. Cuci cake yang didapatkan dengan air bersih sampai didapat pH netral, keringkan dan timbang. Untuk filtrat ambil dengan volume tertentu kemudian encerkan, lalu titrasi dengan NaOH. Catat perubahan volume yang terjadi antara cake dan filtrat, bandingkan secara stokiometri. Filtrate yang didapatkan tambahkan $\text{Al}(\text{OH})_3$ dengan kadar yang diketahui, jika diperlukan. Catat penambahan $\text{Al}(\text{OH})_3$ selanjutnya panaskan hingga beberapa saat dan dinginkan. Kemudian lakukan pemanasan hingga didapatkan kristal alum anhidrat, timbang hasil akhir yang diperoleh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

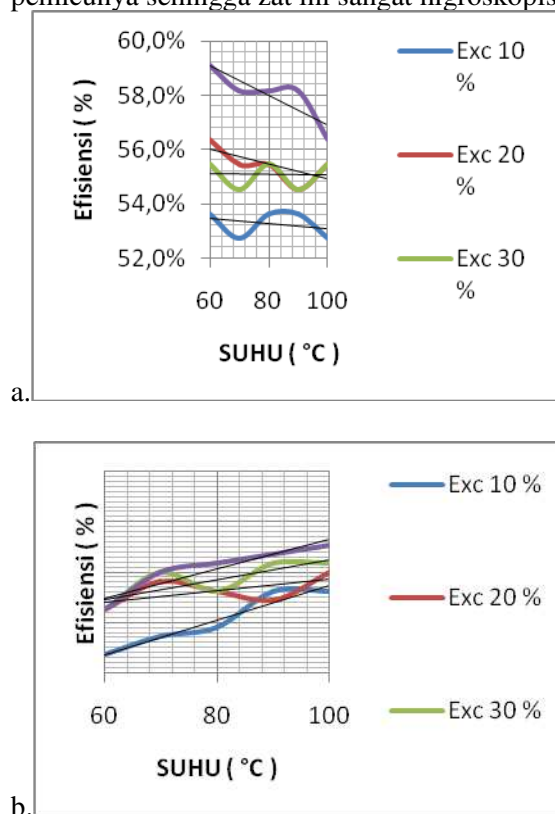
Hasil percobaan genteng Soka

Percobaan memperoleh hasil yang berbeda pada setiap perlakuan terhadap bahan baku (clay/genteng). Untuk hasil pengamatan terhadap clay dari soka dengan excess asam sebagai variabel berubah maka terbentuk gelembung udara selama waktu proses dapat menyala sewaktu dikontakkan dengan api. Ketika proses berhenti dan sudah dingin, produk langsung bekerja sesuai sifat fisisnya sehingga menjadi padat semua. Proses dilanjutkan dengan pengenceran kemudian dilakukan filtrasi dan pencucian dilakukan beberapa kali. Hasil yang didapatkan kemudian dipanaskan hingga menjadi anhidrat atau sampai menjadi bubuk putih.

Untuk variabel berubah secara global dapat dikatakan efisiensi yang didapatkan pada genteng Soka pada semua ukuran (20, 100) mesh, tampak jelas bahwa untuk ukuran 20 mesh semakin tinggi suhu maka kecenderungannya efisiensi menurun ke stabil, sedangkan pada ukuran 100 mesh kecenderungannya efisiensi semakin naik.

Untuk ukuran 20 mesh efisiensi cenderung menurun disebabkan oleh banyak faktor salah satunya adalah sifat fisis dari produk, yaitu dapat membentuk flock ketika dalam bentuk larutan. Kebanyakan penggunaan alum adalah untuk penjernihan air. Cara kerjanya adalah dengan mengikat koloid bermuatan negatif sehingga menjadi ringan dan mengapung dipermukaan sedangkan partikel yang lain

berikatan dengan aluminium sehingga menjadi lebih berat dan mengendap di dasar. Jika larutan tersebut terlalu kental maka akan banyak air yang akan ikut menjadi kristal dikarenakan hidrat dari alum dapat mencapai 24 dan kelarutan yang tidak diketahui. Jadi kehilangan produk pada ukuran 20 mesh menjadi lebih banyak yang pada akhirnya akan menurunkan hasil akhir. Sedangkan pada ukuran 100 mesh efisiensinya bisa naik disebabkan karena ukuran feed yang lebih kecil memudahkan dalam proses filtrasi sehingga hasil yang didapatkan bisa optimal. Perlu diketahui pula bahwa kadar hidrat pada alum dapat berubah-ubah tanpa pernah kita ketahui pemicunya sehingga zat ini sangat higroskopis.



Gambar 2. Kurva hubungan antara suhu dengan efisiensi pada clay ukuran (a) 20 mesh, (b) 100 mesh

Secara umum dapat dijelaskan untuk variabel suhu dapat dilihat bahwa pada suhu 60°C tampak terdapat perbedaan (gap) yang cukup besar pada excess asam 10 dengan 40%, kemudian pada suhu 70°C gap yang besar ada pada excess asam 10 dan 40%. Suhu 80°C juga memunculkan gap pada excess asam 10 dan 40% pada titik ini pada ukuran feed 20 dan 100 mesh excess asam 20 dan 30% tidak terjadi gap, untuk suhu 90°C ukuran 20 mesh terjadi gap

pada excess asam 10 dan 40% sedangkan pada excess 20 dan 30% tidak terjadi gap dan pada suhu 100°C gap muncul pada excess asam yang sama 10 dan 40% dan pada feed 20 mesh excess asam 20 dan 30% tidak terjadi gap.

Kesimpulannya faktor suhu menjadi rawan karena pada saat reaksi terjadi terdapat panas yang dilepaskan (sifat reaksi eksoterm) sehingga akan memperbesar penguapan yang nantinya akan mempengaruhi pembentukan kristal hidrat dan konsentrasi akhir dari larutan alum.

Pada excess asam akan mempengaruhi akhir reaksi dimana sisa asam akan sangat berpengaruh pada faktor kelarutan. Satu hal yang perlu mendapat perhatian adalah kelarutan dari senyawa ini tidak diketahui dan masih menjadi perdebatan panjang dikarenakan sifat alum itu sendiri dapat merubah jumlah hidrat tanpa diketahui pemicunya (Kirk – Othmer, 1966).

Perbedaan yang jelas terlihat hanya pada ukuran feed 20 mesh dengan semua variabel perubah ini menunjukkan bahwa sifat fisis dari produk juga ikut memiliki andil besar dalam proses pembuatan alum dan tidak salah jika proses pembuatan dari alum ditambahkan zat lainnya dengan maksud agar lebih mudah dikristalkan dan dipisahkan atau pada literatur lainnya yang menambahkan bahwa jika penggunaan aluminium sulfat biasanya dalam bentuk cairan agar mudah dalam mengaplikasikan dan pengangkutan (encyclopedia of aluminium and compounds, internet). Alum cair biasanya terbatas dengan kandungan 8% $Al_2(SO_4)_3$ untuk menghindari terjadinya kristalisasi pada saat pengangkutan.

Pada suhu 60,70,80,90 dan 100°C ukuran feed masuk 20 mesh didapatkan rata-rata efisiensi sebesar 55%. Hal ini disebabkan secara keseluruhan variabel berubah menjadi loss factor ketika produk sudah terbentuk. Ukuran menjadi loss factor ketika produk menjadi koagulan kemudian suhu menjadi loss factor ketika produk berubah bentuk hidratnya dan excess asam juga menjadi loss factor ketika produk akan dikristalkan (Ullman's 1985).

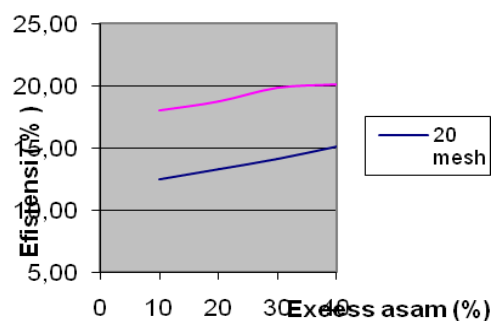
Untuk 100 mesh efisiensi rata-rata adalah sebesar 58%, jika dibandingkan dengan 20 mesh terjadi selisih sebesar 3 %. Hal ini disebabkan karena pada feed 100 mesh variabel ukuran yang tidak menjadi loss factor, sedangkan variabel yang lain yaitu ukuran suhu dan excess asam ikut berperan menjadi loss factor ketika proses pemisahan produk.

Secara keseluruhan tampak ada perbedaan hasil sebesar 3 % tetapi jika melihat proses yang telah dilakukan hasil optimum akan didapat pada ukuran feed 20 mesh, excess asam yang ditambahkan sebesar 20 % dan suhu 70°C.

Hasil percobaan genteng Jatiwangi

Sedangkan untuk clay yang berasal dari genteng Jatiwangi hasil yang didapatkan tidak dapat dikristalkan sehingga tidak dapat dilakukan perbandingan secara signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan aluminium pada genteng Jatiwangi sangat kecil.

Untuk bahan yang digunakan per 100 gram tiap sample tidak dapat dikristalkan dan suhu yang digunakan adalah suhu optimum 100°C. Kemudian hasil tersebut ditambahkan lagi clay sebanyak 50 gram, jadi total clay yang digunakan tiap sample adalah 150 gram, sedangkan hasil yang didapatkan untuk excess 10, 20, 30 dan 40% adalah :



Gambar 3. Kurva hasil sampling pada genteng Jatiwangi

Dari grafik diatas dapat digambarkan bahwa kenaikan hasilnya sebanding dengan jumlah clay yang ditambahkan, atau dengan kata lain jumlah alumina pada genteng Jatiwangi dibawah standar dari data yang dikeluarkan oleh Semen Gresik dan tidak dapat dibandingkan secara signifikan.

Dari kedua gambar grafik diatas jika dibandingkan hasil terbaiknya yaitu pada ukuran 100 mesh, suhu reaksi 100°C, excess asam yang digunakan 40%. Pada genteng Soka didapatkan efisiensi sebesar 62% dari berat clay sebesar 100 gram sedangkan pada Jatiwangi hanya 20% dengan berat clay sebesar 150 gram.

KESIMPULAN

1. Genteng Jatiwangi mempunyai kadar aluminium dikisaran 1gr, genteng Soka kadar aluminiumnya 6 gr tiap 100 gr clay.

2. Ukuran feed secara umum kecil pengaruhnya terhadap reaksi.
3. Excess asam pada suhu reaksi setelah 80°C tidak begitu berpengaruh terhadap yield.
4. Suhu mempengaruhi yield karena menyangkut hidrat yang terbentuk.

DAFTAR PUSTAKA

- Ullman's. 1985. *Encyclopedia of Chemical Industry*, Vol A1 New York. United States
- Kirk Othmer's. 1966. *Encyclopedia of Chemical Industry*, Vol 2 London. United Kingdom